

# *Evaluación reguladora y apoyo geométrico al alumnado deficiente auditivo en aulas inclusivas en la ESO. Un estudio de caso<sup>1</sup>*

JOAQUÍN GIMÉNEZ, NURIA ROSICH, ROSA M<sup>a</sup> LATORRE, SERGI MURIA

## *Resumen:*

*En la investigación que estamos realizando en el grupo AUDIMAT desde 2001, queremos reconocer y evaluar las dificultades de alumnado con deficiencia auditiva incluido en clases regulares con la intención de conseguir un aprendizaje matemático (geométrico) que tenga los mismos objetivos que los que proponemos para sus pares oyentes. Evaluar el conocimiento matemático de personas con déficit auditivo ha sido objeto de diversas investigaciones (Wood et al 1983, 1984) centradas normalmente en los logros conseguidos por grupos amplios de alumnado. El objetivo en estas investigaciones ha sido analizar los resultados comparándolos con los de los pares oyentes y observar razonamientos realizados. Otros trabajos han relatado las dificultades lingüísticas específicas de este alumnado. En el trabajo de Rosich (1995) se evaluó los conocimientos con objetos básicos geométricos (bidimensionales y tridimensionales) siguiendo el modelo de Van Hiele para reconocer las influencias de lenguaje entre niveles y si eran comparables con los datos obtenidos de sus pares oyentes.*

*En nuestro trabajo, ahora, tratamos de establecer un proceso de evaluación reguladora, que parte del diagnóstico de la situación en que se encuentran, la realización de controles específicos, elementos autorreguladores y control del proceso. En la investigación pretendemos no sólo establecer y tipificar dificultades, sino reconocer el tipo de ayudas específicas que les podríamos brindar para enfrentar sus dificultades. Con ello, nos situamos en la investigación sobre evaluación en el aula en la línea de la "classroom research" (siguiendo ideas propuestas por Van der Heuvel 1998-2000, y otros miembros del Instituto Freudenthal y las de Giménez 1997), así como la visión de evaluación de competencias en la clase (Perrenoud 1997, Santos 2003) en la que pretendemos proponer como resultado un diseño de un módulo de aprendizaje a distancia. En concreto un módulo de apoyo externo al docente de aula sobre la visualización y medida de volumen. En la presentación, mostramos algunos ejemplos de los análisis de las tareas diagnósticas, de algunas actividades que hemos realizado y conclusiones a las que llegamos.*

<sup>1</sup> Este trabajo no se hubiera podido realizar sin la colaboración del Centro de Investigación en Deficiencia Auditiva (CREDA) de Barcelona, y la colaboración de los docentes y Jefes de Estudios de las Escuelas Abat Oliba, Regina Carmeli, St Ot, Escola Guinardó, y el IES Consell de Cent. Agradecemos también los comentarios técnicos de la investigadora y logopeda, Dra Angels Mies, y los apoyos institucionales de la CICYT con el Proyecto PSO 000659 MEC- 2000-2003 así como las ayudas recibidas de la Divisió V de Ciències de l'Educació de la Universitat de Barcelona.

## 1. INTRODUCCIÓN

La investigación y reflexión sobre evaluación de las matemáticas en el aula que describiremos se enmarca en el ámbito de la llamada evaluación interna (ICME TSG 25, 2003) o evaluación integrada en el proceso de enseñanza (Chambers 1993). Compartimos ante todo la idea de que la evaluación tiene como principal objetivo conseguir el progreso del alumnado y reconocer distintos niveles y tipos de razonamiento (Gimenez & Fortuny 1993, De Lange 1995). Los docentes que desean introducir elementos de un desarrollo formativo de evaluación se encuentran ante muchos desafíos: desde el diseño de las tareas hasta el análisis de sus observaciones. En nuestra presentación, nos interesamos en dos problemáticas específicas: relatar fenómenos que ocurren al considerar que el docente interpreta los resultados de la evaluación como un elemento de aprendizaje (mirada sobre el docente y el proceso) y (b) el efecto especial de algunos elementos lingüísticos de las tareas evaluadoras sobre el alumnado deficiente auditivo en particular (mirada sobre el alumno).

Pretendemos analizar datos de un estudio de caso asociado a un desarrollo de evaluación reguladora en un proceso de estudio sobre visualización, triángulos y volumen, observando el comportamiento de alumnado con deficiencia auditiva de 12-16 años, sus pares oyentes y el desarrollo del grupo.

En este trabajo se desarrollan tres ejes fundamentales: (1) planteamiento de una de las problemáticas actuales de la evaluación (que centra la presentación en un problema de investigación educativo), (2) enfrentamiento de una problemática de origen social (el enfrentamiento educativo de la discapacidad auditiva) especializada, y (3) tratamiento de un desarrollo de producción matemática mediante un diseño de un proceso telemático que pretende ser interactivo. Así pues, aunque el objetivo de esta presentación sea hablar de la investigación de un proceso de evaluación formativa, no podemos olvidar los otros dos marcos que contextualizan la investigación.

Sabemos además que muy pocos deficientes auditivos incluidos acceden a estudios científicos de ámbito superior y pensamos que debemos colaborar a que cada vez más esos alumnos se incorporen a la Universidad. Son varios los problemas que conlleva la educación matemática de este alumnado en la Etapa 12-16 años para enfrentar el problema citado. Uno de ellos es que los docentes de matemáticas no saben cómo hacer frente a esta problemática a pesar de la ayuda que reciben de sus compañeros logopedas. No fueron formados para ver sus dificultades específicas e interpretan sus respuestas como las del resto de estudiantes sin reconocer sus posibles dificultades y limitaciones.

El estudio, se inserta en el trabajo del grupo TELEMAT que hemos constituido el 1998 en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Matemática de la Universidad de Barcelona. Dicho estudio usa las TIC porque el proceso que pretendemos evaluar puede y debe utilizar nuevos medios, y superar el material inerte de los libros, e introducir el elemento interactivo y autoevaluativo. En ese marco, el proyecto amplio AUDIMAT *pretende identificar indicadores de diagnóstico y formación geométrica que permita reforzar las habilidades y destrezas de razonamiento matemático mediante un sistema de teletutorización que implica al alumnado sordo, al profesor de aula y a los tutores (Giménez et al 2002)*. Para realizar esta tarea es muy importan-

te la colaboración efectiva de todos los agentes implicados en la formación: padres, profesores, comunidad escolar y comunidad investigadora.

Una de las dificultades del alumnado deficiente auditivo en escuelas ordinarias, es que debe tener la atención dividida entre las explicaciones del docente y el contenido (Rosich 1995). Por ello su rendimiento académico es normalmente menor al de sus colegas oyentes. Como consecuencia de lo dicho, una de las problemáticas que se tiene en la línea de evaluación en matemáticas y enfocamos en esta presentación es reconocer dificultades y ambigüedades que aparecen en el desarrollo de tareas de evaluación reguladora y la consecuente interpretación de los significados matemáticos que parece que el alumno ha asumido por parte de los docentes y el propio estudiante. Especial atención recibirá la reflexión de lo que hace el deficiente auditivo en relación a lo que observamos de su par oyente. Por ello, nuestro objetivo es: *identificar rasgos específicos del alumnado deficiente auditivo (en el sentido de cultura específica como cita Coob et al 1999) y reconocer dificultades del proceso a partir de identificar como el docente da sentido a las observaciones de la evaluación.*

Pretendemos analizar los significados elaborados por los alumnos y docentes, dependen de la situación y de la interacción social (comunidad de práctica). Se considera la comunidad de práctica como una condición intrínseca en la existencia del conocimiento y mantenemos el principio de participación en la práctica cultural donde el conocimiento existe. Por ello, una consecuencia práctica del estudio que realizamos es precisamente que al reconocer las llamadas relaciones evaluativas (Gipps 1999) que se producen en el aula, podamos inferir los elementos de ayuda que debemos introducir en un nuevo diseño de regulación, útil para el alumnado con deficiencia auditiva con un formato teleinteractivo.

## 2. EL FUNDAMENTO TEÓRICO

Para ser sistemáticos, explicitamos el estado de la cuestión en cada uno de los tres marcos de referencia del trabajo que se presenta y se explican a continuación.: Matemáticas con deficientes auditivos.(2.1), Diseño de entornos telemáticos constructivos de aprendizaje (2.2.), y Evaluación reguladora formativa interactiva (2.3.).

### 2.1. Un marco de estudio sobre matemáticas y deficiencia auditiva.

Respecto al eje de tratamiento educativo de deficientes auditivos, digamos que la mayoría de las investigaciones realizadas concretamente sobre niños y jóvenes han girado básicamente entorno a dos aspectos: describir sus capacidades cognitivas y resaltar sus competencias lingüísticas. En Matemáticas se comenzó analizando pruebas para poner de manifiesto las capacidades de razonamiento lógico (sobre todo a partir de los estudios de Piaget) y la capacidad de pensamiento abstracto de las personas con déficit auditivo. En este contexto podemos citar los trabajos de Suppes en 1974, los de Wood y col. (1981, 1984), que utilizaron tests que incluían pruebas matemáticas (en las cuales el lenguaje estaba minimizado), para poner de relieve que sus capacidades para resolver cuestiones matemáticas eran similares a las de los oyentes. Aunque en estas investiga-

ciones no se pudo establecer una correlación clara entre sordera y habilidad matemática, Wood apuntó que las diferencias encontradas entre los sordos profundos (que obtenían puntuaciones respecto de los oyentes) podían ser debidas a otras causas: los medios educacionales, nivel de inteligencia, talento matemático, contexto familiar, etc. Actualmente resaltamos el trabajo de Terezinha Nunes con alumnado sordo en el ámbito de la numeración.

Muy pocos trabajos con alumnado deficiente auditivo se han centrado en ver sus capacidades geométricas. Entre ellos: (a) sobre las capacidades de organización del espacio (Marchesi et al. 1978 ); (b) sobre los niveles de pensamiento geométrico y la resolución de problemas geométricos con alumnos sordos y oyentes y sus implicaciones para la enseñanza de los polígonos y de poliedros (Rosich, 1995); (c) las concepciones de profesores y estudiantes sordos sobre el signo del triángulo (Mason, 1995); y (d) sobre comunicación-gestual-visual que realizan estudiantes sordos de escuela especial durante dos semanas para diseñar un golf en miniatura de 4 y 8 agujeros (Pleiss, 1998) y más recientemente los estudios sobre la influencia del uso de realidad virtual 3D en procesos inductivos de razonamiento.

La hipótesis de que las dificultades fundamentales del alumnado con deficiencia auditiva son de orden lingüístico se ha establecido en recientes investigaciones aunque se sustentan con problemas de enunciado verbal en aritmética (Carrasumada 1988). Así, sabemos que encuentran dificultades con palabras con significados diferentes en matemáticas que los que se dan fuera de las matemáticas, dificultades con formas de expresión diferentes para un mismo concepto y con el uso de diversidad de símbolos y abreviaturas (Kidd, Madsen & Lamb 1993, citado en Kelly and Mousley 2001). Estos autores concluyen que no se desafía suficientemente a los sordos y cuando los problemas crecen en dificultad, dejan mucho más los problemas en blanco que los oyentes, aunque no expresan su ansiedad. Sus actitudes frente a la resolución de problemas son negativas e influyen en su mejora. Dado que las investigaciones con sordos en la Universidad muestran que éstos desarrollan estrategias similares, se lanza la hipótesis que sus habilidades son similares a las de los oyentes. La investigación de Kelly, Lang, and Pagliaro (2003) mostró, además, que los docentes de estos alumnos no enfatizan el uso de una verdadera resolución de problemas como deberían. Una de las razones es que piensan que sus sordos no son suficientemente fuertes y hábiles en la lengua escrita. Así, no se suele proponer a los estudiantes con tareas de más alto nivel mientras resuelven situaciones problemáticas. Acaban por hacer menos tareas de resolución de problemas con ellos, y por eso los resultados son más débiles. Pero vemos que existe una falta de trabajos que analicen el proceso geométrico general de este alumnado en clave del desarrollo regulador y nos permita reconocer sus dificultades específicas ayudando a comprender mejor las influencias de los problemas de lenguaje y los de visualización.

## **2.2. Sobre el marco teleinteractivo.**

Respecto al eje del diseño telemático algunas investigaciones analizaron el uso de las nuevas metodologías de enseñanza mediante el ordenador con alumnado sordo para la enseñanza de los conceptos básicos del algoritmo de función, jugando un papel primordial las diferentes formas de representación de las funciones para la construcción mental de los

modelos (Cohors Freseburg, 1988). El ordenador se ha mostrado siempre como un colaborador eficaz del profesor para el desarrollo del lenguaje verbal y matemático de forma razonada en los alumnos con déficit auditivo. Las investigaciones de (Barham y Bishop, 1991) muestran la importancia del uso del ordenador como un excelente medio de interactividad para generar actividades matemáticas que ayuden a reflexionar y focalizar la atención (Barham, 1988), siempre y cuando estas tareas se presenten en la pantalla de un modo suficientemente variado y atractivo. Por todo ello, decidimos que nuestra regulación se integre en un marco telemático de enseñanza/aprendizaje mediante el uso de entornos constructivistas de aprendizaje (Jonassen y Roher-Murphy 1999) que se caracteriza por los componentes siguientes: (a) **Espacio proyecto-problema:** surge de contextos reales, recorriendo al sistema de actividad que está involucrado en un entorno constructivista de aprendizaje. Tiene tres componentes integrados y altamente interrelacionados: el contexto del problema, la presentación o simulación del problema y su manipulación. (b) **Recursos informáticos:** informaciones (vídeo, recursos sonoros, animaciones, ...) sobre el objeto soporte de la resolución del problema. (c) **Herramientas cognitivas:** la complejidad de un entorno constructivista de aprendizaje frecuentemente necesita de actividades que los estudiantes involucrados no poseen. En este sentido, *los diseñadores* deben identificar las habilidades que son necesarias en la resolución de un problema y elaborar herramientas cognitivas que ayuden a los alumnos en la realización de las tareas. Estas herramientas cognitivas pueden ser: organización semántica, modelización, dinámica, interpretación-información, construcción de conocimiento y (d) **Herramientas de conversación y colaboración:** entornos constructivistas de aprendizaje utilizan una variedad de métodos de comunicación mediados por ordenador, que auxilian en la colaboración entre las comunidades de aprendizaje, por ejemplo, videoconferencia, *chats*, lista de discusión, ... A partir de estas observaciones, nuestro objetivo a largo y medio plazo es establecer una plataforma innovadora, y nuestro objetivo a corto plazo es reconocer los elementos que vamos a introducir en el sistema a partir de lo conocido a priori.

### 2.3. El planteamiento sobre la evaluación.

Evaluar el conocimiento matemático de personas con déficit auditivo ha sido objeto de diversas investigaciones (Wood et al 1983, 1984) centradas normalmente en los logros conseguidos por grupos amplios de alumnado. El objetivo en estas investigaciones ha sido analizar los resultados comparados con los de los pares oyentes y observar razonamientos realizados. Otros trabajos han relatado las dificultades lingüísticas específicas de este alumnado. En el trabajo de Rosich (1995) se evaluó los conocimientos con objetos básicos geométricos (bidimensionales y tridimensionales) siguiendo el modelo de Van Hiele para reconocer las influencias de lenguaje entre niveles y si eran comparables con los datos obtenidos de sus pares oyentes. En estos casos, la evaluación no contempló el control del proceso sino sólo trató situaciones y hechos. Pensamos que reconocer el proceso de enseñanza/aprendizaje es fundamental para comprender las dificultades del alumnado sordo y ver que es en el proceso donde precisamente se manifiestan las competencias del alumnado de forma privilegiada.

En un contexto más general en aulas de matemáticas. Sabemos que los docentes enjuician los resultados de las tareas de evaluación más en base a su presentación y

formulación de calidad más que por las habilidades y conocimiento pretendido en la tarea (Moschkovich 1998) y por lo tanto queremos detectar algunos elementos que pueden dificultar dichos juicios específicos y poner de manifiesto las dificultades de los docentes ante la regulación y autorregulación. Para algunos autores autorregular es una habilidad metacognitiva (Brown 1987) que puede trabajarse mediante instrumentos como: reflexión y contraste colaborativo, basados en la idea de Vigotsky de que en el plano intrapsicológico el individuo controla las acciones y en el interpsicológico lo hace en confrontación con otros. Y lo cierto es que las experiencias realizadas con el uso de videos (Kayashima & Inaba 2003) en la formación docente, donde se aplicó la idea, no son fáciles de desarrollar con estudiantes más jóvenes. Los desarrollos autorreguladores han sido objeto de investigación en resolución de problemas (Giménez 1997, Pape & Smyth 2000, Callejo 2003) con alumnado regular. En estas tareas, el alumnado se enfrenta con sus propias habilidades y resultados, modificando perspectivas y controlando sus conductas a partir de la interacción con el docente mediante observación, emulación, control y autorregulación (Zimmerman 2000). En el trabajo de Rodríguez (2003) se describe un proceso detallado ante situaciones de medidas de distancias inaccesibles en donde la fase de emulación no existe porque se sustituye por el simple diálogo regulador y se reconoce el valor evaluador de este proceso como actividad comunicativa (Leontiev 1991).

Evaluar formativamente es una forma de fomentar la actividad matemática de manera que analicemos la información sobre lo que el alumnado comprende y se va haciendo competente y hacia qué dirección nos dirigimos para mejorar (Hattle 1999). Entendemos que la evaluación formativa debe desarrollarse mediante un sistema de autorregulación interactivo con procesos formales e informales (Allal 1988, Giménez 1997, Santos 2002) y control observador (Torrance & Pryor 1998) que pretende reconocer un proceso más que un producto (Santos 2003) en el que el alumnado debe tomar parte en la tarea de evaluación mediante un discurso abierto (Taylor et al 1997).

En dicho sistema, pensamos que el alumnado se hace más consciente de su situación y reflexiona sobre su desempeño (Broadfoot 1996), y sus competencias (Perrenoud 1997) mediante instrumentos diversos (Giménez 1997), y al mismo tiempo recibe *inputs* o *feedback* del docente, que pueden ser evaluativos (mostrando el progreso) o descriptivos (construyendo caminos para el futuro) (Gipps 1996). Consideramos, pues, que **analizando estas interacciones como parte de la actividad** (Leontiev 1991) obtendremos pistas para mejorar los instrumentos de autorregulación del alumnado y contribuiremos a la autoformación docente en el sentido que éste **aumente la calidad de sus juicios evaluadores en el tratamiento de los deficientes auditivos incluidos en aulas regulares**.

Por ello, entendemos que regular implica: clarificar los fines y la planificación, compartir los objetivos al inicio del proceso, buscar la complicidad del estudiante en autoevaluación, focalizar un feedback sobre los fines de forma oral y escrita, organizar fines individuales de los logros basados en lo que pueden hacer aunque también consideremos lo que necesitan, usar preguntas ricas para provocar desafíos (Gipps, C et al 2000).

### 3. METODOLOGIA

Se adopta una hipótesis general constructivista sobre el desarrollo y evaluación de los aprendizajes y la formación. Por tratar de investigaciones en las que se estudian procesos cognitivos de los alumnos en formación y análisis de los procesos reguladores escolares se desarrolla una etnografía de tipo descriptivo (de toda la investigación) exploratoria y evaluativa (en algunos momentos de la investigación) mediante estudio de caso sobre teletutorización asistida. Y otra parte se desarrolla mediante Investigación –acción del proceso socioeducativo implicado un estudio de caso del proceso educativo como investigación evaluativa en el aula (Van der Heuvel 1996, 2003). Procuramos integrar todos los agentes implicados: docente de aula, docente de refuerzo, logopedas, alumnos y familias.

#### **3.1. Los sujetos y los datos de la investigación.**

Resaltamos aquí que en el estudio global tratamos con 8 sujetos, de los que vamos a comentar aquí las aportaciones de dos de ellos. AN (15 años) sordera neurosensorial bilateral regular. Autonomía y autoaceptación normales. Habilidades normales de comunicación en contextos sociales. Usa bien códigos orales y buena comprensión de frases simples. Buen nivel de lenguaje funcional. Baja autoimagen. Nivel general en matemáticas de cerca de 11 años. LO (15 años) sordera profunda neurosensorial bilateral. Muestra algunas asimetrías y dificultades visuales. Necesita adaptaciones textuales, porque tiene dificultades en frases sintácticamente complejas. Usa códigos orales.. Comprensión auditiva baja aunque funcionalmente aceptable. Lenguaje escrito bien estructurado, y comprensión oral y lectora aceptables. Su nivel matemático se sitúa en 12 años. Junto a ellos, se toman pares oyentes (CL y AB) con características similares desde el punto de vista de sus resultados, a partir de lo que nos indican los docentes. Se realiza una toma de datos directa a partir de instrumentos como: Entrevistas a docentes, alumnado, e informes de los docentes y padres de alumnos, Observación grabada del proceso de Regulación diferida mediante procesos de devolución. Y también, Indirecta a partir de: Regulación del proceso recogiendo tareas, dossiers y otros materiales de aula así como recogida de tareas realizadas en el ordenador.

#### **3.2. Sobre los instrumentos de regulación diseñados**

Pensamos que los estudiantes deben regular su aprendizaje desde el inicio, reconociendo sus conocimientos previos. Pretendemos que en la arquitectura de evaluación telemático y/o presencial, el estudiante~ anticipe su acción, de forma proactiva, se planifique y finalmente se apropie del sistema para hacerse consciente de su aprendizaje. Por tanto, el diseño de un proceso como el que se está estudiando contempla una evaluación inicial (EI) y una fase formativa (FF). En la fase inicial formativa se realiza: la presentación de los objetivos (PO), la aceptación de un “contrato de trabajo” del alumno (CTA). Se desarrolla un análisis de la situación inicial del alumno (SIA). Esto incluye la realización de una encuesta inicial de contenido matemático (EICM) y un test inicial de contenido matemático (TICM) que en nuestro caso estará compuesta de tres partes. Como segundo paso de la fase formativa, se encuentran los elementos que están en las actividades con

Evaluación Inicial (EI)	Fase formativa (FF)						
	Presentación de los objetivos(PO)	Act. 1	Act.2	Act. 3	...	Act. Final	Prueba final (TFCM)
	"Contrato de trabajo del alumno" (CTA)	TICMU, ERAMUTS, ERAMUTO, ERAMUA, ERAMUR, TAU, TACU, FOBU					
	Situación inicial del alumno (SIA) (EICM +PICM)	Regulación proactiva (TICMU) Regulación interactiva (ERI) + Observación (OAM)					Regulación retroactiva

Figura 1. Esquema de los instrumentos en el proceso de regulación.

objetivo regulador interactivo (ERI), así como los elementos de observación de la actividad matemática (OAM). Los *instrumentos reguladores interactivos* utilizados en este proceso son: (a) tests iniciales de contenido matemático (TICMU) como instrumento de regulación proactiva (b) Los elementos reguladores de la actividad matemática (ERAMU) pueden ser: Tareas Sintetizadoras (ERAMUTS), Tareas Organizadoras (ERAMUTO), Autorreguladores de soporte (ERAMUA), Tareas de Respuesta asíncronas (ERAMURA), (c) tests autoevaluativos de la unidad (TAU); (d) tests de actitudes de la unidad (TACU).

Los *elementos de observación matemática* utilizados son los formularios de observación de la unidad (FOBU). En él se lleva un registro de las interacciones entre profesor y alumno, un registro de las interacciones entre alumno y el material y un registro de las acciones significativas que se producen. En el último paso de la fase formativa, se encuentra el test final de contenidos matemáticos (TFCM).

3.3. Sobre el análisis de los datos.

El análisis de los datos se comienza por identificar los constructos importantes para la elaboración de los **entornos presenciales/virtuales** de aprendizaje/formación/ evaluación. A partir de ahí, se pretende: hacer un análisis **comunicativo y de discurso** (para el **Control del sistema de Teleutorización**) sobre interacciones de concepciones y perspectivas en el estudio de caso. Reconocimiento de puntos de interactividad necesarios –en nuestro caso– para la regulación. Efectividad del diseño de la web que será implementada. Para el desarrollo empírico del trabajo de campo y análisis etnográfico interpretativo correspondiente, seguimos los pasos siguientes en cada uno de los instrumentos:

- 1- Descripción de las competencias esperadas en términos generales en relación a la propuesta de tareas reguladoras. Sirve fundamentalmente para el docente, para justificar a posteriori su rediseño y contrastar con el resto del equipo investigador lo que sucede en el proceso.



- 2- Identificación inicial de resultados que sirve para adecuar la planificación docente y situar el alumnado. Identificación de ideas alternativas y estrategias espontáneas, Debe servir para proporcionar información de éxitos y progresos. A partir de ahí, Reconocimiento de diferencias culturales. El alumnado sordo como cultura. Características observadas.
- 3- Explicitación de los elementos de control informal del proceso que han aparecido. Reconocimiento de contratos intermedios de aprendizaje. Con ello, Caracterización de procesos de desarrollo y dificultad a partir de los registros comunicativos.
- 4- Reconocimiento de los elementos competenciales matemáticos que han mostrado dificultad y deben apoyarse en un rediseño.

#### 4. RESULTADOS

Para describir algunos resultados, nos centramos en explicar tres aspectos fundamentales: (a) los que muestran las dificultades que surgen del desarrollo inicial de la regulación (4.1), (b) los que surgen de la regulación interactiva del proceso en la fase formativa y nos muestran características comunes del alumnado con deficiencia auditiva (4.2.) y los que muestran los instrumentos finales de regulación (4.3).

##### **4.1. Sobre el análisis regulador inicial, sus dificultades y limitaciones.**

Constatamos ante todo que las entrevistas realizadas en las tareas iniciales de observación de su nivel de visualización no sólo son una metodología de investigación, sino que deben realizarse con diálogos verbales en las aulas regulares por lo menos con este alumnado. Para ello, en estos casos, pensamos que debemos contar con las horas que dedican a estos alumnos los logopedas correspondientes. En la mayoría de los casos estudiados, el análisis comparativo con estudiantes regulares y de currículo adaptado nos ha permitido reconocer dificultades específicas de los sordos e identificar necesidades de apoyo y formación docente. Asimismo se ha podido ajustar los niveles lingüísticos iniciales de este alumnado. Así, no sólo nos muestran dificultades para describir verbalmente lo que ven, y la necesidad que tienen de apoyarse en los gestos, sino que cuando tienen un nivel oral bueno no saben reconocer elementos de variabilidad mediante las acciones de transformación, porque su expresión de la observación es normalmente suma de realidades estáticas. Por ejemplo reconocen realidades que implican movimiento video pero las describen como si fuera un cómic. Esto sorprende al docente que no está habituado porque se confunde a veces con la idea de que no tiene un conocimiento correcto.

La práctica totalidad de los alumnos observados se reconocen al inicio con niveles bajos, se manifiestan con incomprensiones y responden en muchas ocasiones diciendo que no entienden la formulación de las preguntas correspondientes a la autoevaluación inicial. Ello es importante, porque nos da una idea del nivel de autoestima concreto de cada alumno deficiente auditivo y nos permite relacionarlo con lo que sabemos de su nivel de lenguaje y nivel de audición.

Por otra parte, en las actividades de regulación específica inicial hemos constatado fenómenos de interacción que revelan como el papel del docente es fundamental para no dejar este alumnado escondido entre el grupo y resaltar sus peculiaridades ya desde el inicio. Las tareas normalmente escritas que se les propone no son suficientes en su forma habitual para reconocer todos sus problemas. Ya desde este momento deben atenderse las dificultades lingüísticas que poseen y procurar minimizarlas en la elaboración de las tareas y apoyar su desarrollo como sucede en una entrevista de investigación. Constatamos además el valor de la experiencia de investigación-acción en el sentido de que amplía el conocimiento profesional del propio docente involucrado.

En algunas de las experiencias observadas, resaltamos el fenómeno de cómo ante ciertas expresiones de los enunciados de las tareas, la observación docente de los resultados y su preocupación por el grupo-clase, enmascara las dificultades específicas de los deficientes auditivos. Sólo el contacto y discusión con otros investigadores permite al docente investigador que pueda aprender de la situación y reconocer sus dificultades. Podemos interpretar, pues, que en este primer momento, hay una tendencia a usar recursos evaluativos por encima de descriptivos (Gipps 1999). En efecto, se observa en los diversos casos como los docentes privilegian la seguridad e indiscutibilidad de sus propuestas de tareas, ausencia de reflexión crítica externa, intención clasificatoria, reduccionismo en los datos observados, privilegio del control cuantitativo del grupo sobre lo cualitativo del individuo, etc. Como indicaron Gillborn y Gipps (1996) hablando de las minorías étnicas, los enfoques cualitativos nos pueden ayudar a comprender las dinámicas de aprendizaje pero además nos revelan factores que subyacen los éxitos o fracasos que se demuestran en los tests y exámenes clásicos. Veamos un ejemplo de aparición de este fenómeno específico. Hemos resaltado en cursiva las reflexiones numeradas de la investigación-acción y nuestro discurso sigue con la letra habitual.

*R1- Ante una situación en la que se pide calcular el volumen de una maleta con unas dimensiones dadas, se puede ver que el comportamiento de Lo (deficiente auditiva) manifiesta una idea de volumen como cálculo multiplicativo tal como hace un 35% del curso. El docente suele sistematizar las respuestas en tablas (como la de la figura 5) y caracteriza a Lo en el grupo del 19% de estudiantes que identifican el volumen con un cálculo y donde la unidad de referencia “se suele olvidar”. AB en la tabla es el par oyente.*

Al interpretar el fenómeno indicado, creemos que lo que ocurre es que los docentes no fueron formados suficientemente en el análisis cualitativo de respuestas, y en el caso de estos estudiantes, debemos conocer con atención sus dificultades, para atenderlas y no identificarlas como simples errores.

*R2- De nuevo con el ejemplo, el docente identifica que la idea del volumen como algo simplemente operativo es mayoritaria en el grupo y así aparece que Lo está aparentemente “escondida en un grupo”. Pero lo que se ve es que mayoritariamente parece haber una idea de que el volumen es “algo” dependiente de las medidas del objeto por parte de esta mayoría. Es decir, la identificación de la idea de volumen como dependiente de unas variables no había sido percibida inicialmente por el docente. (del diario de investigación).*

IDEA DE VOLUMEN EN LA SITUACIÓN MALETA:		N=21
<b>VOLUMEN COMO CÁLCULO SOBRE UNAS DIMENSIONES DE UN OBJETO</b>	Reconoce el volumen como producto de las tres medidas evocando la unidad adecuada	4,7%
	Aplica relación multiplicativa como superficie y el resultado es erróneo	14,3%
	Calcula como si fuera un perímetro sumando las dimensiones sin evocación de la unidad.	14,2% (AB)
	Identifica el producto pero con error en el cálculo y sin explicitación de la unidad de medida	9,5% (LO)
<b>IDEA DE VOLUMEN COMO CABIDA QUE VARIA EN FUNCION DE LAS DIMENSIONES</b>	Muestran de alguna manera la dependencia de las medidas del objeto, o hacen un cubicado... para justificar el cálculo. Explicitando la multiplicación	14,2%
	Indican de alguna manera la dependencia de dos o tres variables. Dan idea de profundidad/ base/ altura.	28,5%
<b>NO PARECE APRECIAR LA DEPENDENCIA DE LAS DIMENSIONES</b>	Fijación en una dimensión	4,7%
	Volumen como cantidad	4,7%
	<b>NO HAY RESPUESTA --</b>	4,7%

Figura 5. Idea de volumen en la actividad 1 de la prueba inicial

La regulación inicial nos está permitiendo, pues, reconocer estos detalles, si sabemos percibirlos. El instrumento regulador no es poderoso en sí mismo, sino como se utiliza.

*R3- Así, reconocemos que no aparece globalmente una noción intuitiva de volumen como cantidad de centímetros cúbicos de la maleta (aunque la situación era real y el alumnado conoce lo que son los centímetros cúbicos porque han oído hablar de ellos y un 50% del grupo los indica, aunque un 25% diga que son centímetros cuadrados). Después de reflexionar sobre las respuestas dadas, pensamos que gran parte de los alumnos asocian la multiplicación por analogía a la superficie (área), lo que había sido observado en otras investigaciones (Hart, 1983). De entre todos los alumnos que realizaron este ejercicio, un 19% muestran una idea de volumen relacionada con las dimensiones del objeto además de dar un cálculo multiplicativo de las tres medidas. Pero una observación más detallada nos hace ver que, el resultado que da Lo es una cantidad diez veces superior a la real si se expresa en cc. Además ella ha sido la única alumna que ha dado un valor tan superior al real (del diario de investigación).*

En muy diversas ocasiones los instrumentos de evaluación como pruebas o situaciones, no son suficientes para provocar respuestas porque algunos estudiantes sordos no responden, o sus explicaciones son débiles, o simplemente no sabemos identificar el sentido de sus errores. Se hace importante afinar el análisis de lo sucedido. El docente a menudo se satisface con las respuestas de los sordos o las considera mal y ya está.

*R4- Al mirar la respuesta dada por Ab (alumna considerada pareja oyente con nivel semejante a LO), vemos que utiliza una relación sumativa para resolver el problema sin evocación de la unidad. Esto nos muestra que Ab forma parte del grupo de alumnado que no tiene una idea de volumen como cabida sino como algo simplemente relacional en donde “deben intervenir las dimensiones del objeto” pero cree que es la suma. Aparentemente su nivel inicial en ese punto estaría por debajo de LO, cosa que no se observa fácilmente de manera inmediata si no se está preparado para ello. Tampoco se reconocen las peculiares dificultades con la argumentación, no estrictamente matemáticas. (del diario de investigación)*

*La argumentación de la resolución del problema de ambas es pobre, ya que sólo indican “He multiplicado” y “He sumado todos los lados”, respectivamente. “Esto lo hacen muchos alumnos, no entienden que se deban dar otras explicaciones más que la operativa y todos hacen lo mismo” (del diario de la profesora).*

Así, en este ejemplo y otros parecidos vemos las **dificultades del propio instrumento regulador si no se realiza un control de confrontación específico con el grupo**. El alumnado escribe poco, argumenta poco sus razonamientos e incluso en ocasiones no deja trazas del cálculo efectuado. El docente no puede inferir fácilmente a partir de estos instrumentos conductas específicas o detectar claramente el contenido previo de todo el alumnado. Sólo un desarrollo regulador inicial que conciba a priori una reflexión pormenorizada conjunta con los logopedas e investigadores externos y un diálogo con este alumnado puede permitir identificar el tipo de dificultades específicas que puede tener. Y así tendría efectos autoreguladores potentes. Podemos atenuar las dificultades del instrumento en el caso particular contrastando a posteriori con otras informaciones.

*R5- En otro ejercicio en el que le hemos pedido cuántas veces una pirámide cabe en el prisma correspondiente, LO nos dice que una vez y cuando le hemos pedido una cantidad correspondiente a la cabida de instrumentos de cocina, LO comete errores también de bulto (diario de investigación).*

Sabemos de las dificultades del alumnado sordo con las palabras asociadas a conceptos clasificatorios o relacionales y que frente a ello, los sordos se crean a veces su significado (Carrasumada 1988). Puede darse el caso de que en casos como el que comentamos en el ejemplo, el hecho de que los docentes suelen asociar “cálculo” con medida les puede parecer que el concepto de volumen no tiene otra connotación que el de hacer una operación, y por eso no se actúa con pruebas de contraste estimativo.

*R6- ¿Podría ser que en su lectura del enunciado domine la expresión “cálculo” sobre la propia palabra volumen de forma que influya en su respuesta? ¿Será cierto que LO no identifica el error citado porque precisamente ante un enunciado identifica la búsqueda del volumen con una cantidad que se asocia a los objetos y no a una idea de cabida relacionada con una unidad determinada? Si fuera así su conocimiento base intuitivo sería positivo y su problema sería claramente lingüístico centrado en la dificultad de comprender que la unidad puede ser variable. Si se hiciera un proceso de reflexión conjunta de clase (o bien individual aprovechando el soporte de los logopedas) sobre las respuestas quizás alguien daría algún argumento para reconocer que una maleta no puede tener 210.000 cc porque es demasiado. Las otras situaciones que hemos utilizado no nos dan oportunidad de saber lo que está ocurriendo con LO por ahora. Quizás el hecho de saber que equivaldría a 210 botellas de litro le daría la idea de imposibilidad del resultado... (del diario de investigación)*

Si adoptáramos un diálogo autoregulador con el grupo (que no siempre se hace) y constataráramos determinados tipos de respuesta, conscientes de la posible dificultad del enunciado posiblemente el instrumento sería más eficaz. En la investigación amplia mostramos que las dificultades que estos alumnos tienen respecto los conceptos que indican variabilidad *se aumentan o no se enfrentan* porque el docente no suele insistir en ello.

*R7- Así, no se insiste que el volumen “depende” de la unidad, y no sólo de las medidas del objeto y se suele decir “se olvidan las unidades” como indicando metafóricamente que simplemente el volumen “no es un número” y no le gusta al docente que ponga sólo un número. (del diario de investigación)*

Si bien este es uno de los problemas detectados por diversas investigaciones en la noción de volumen en general, lo que aparece como nuevo es que el lenguaje “calcula el volumen” puede ser un obstáculo para alumnado con deficiencia auditiva porque no se enfrenta con el problema de la variabilidad del contenido. *La persistencia en asociar conceptos con significados diferentes (como el volumen con el cálculo), acentúan las posibles dificultades del alumnado, porque centran el contrato de aprendizaje en un punto que olvida que se trata de un concepto que implica variabilidad en función de la idea de UNIDAD.* Pero además estas dificultades pueden ser extensibles a alumnado con dificultades de lenguaje (dislexias, trastornos de habla, etc.).

En suma, vemos que en las actividades de regulación inicial, la tarea no es el único elemento a ser considerado. Reconocer y “evaluar de forma reguladora” capacidades y competencias previas del alumnado requiere una planificación especial: propuesta de multiplicidad de tareas diversas para un mismo contenido, usando lenguajes diferentes, diálogo verbal específico con los deficientes auditivos, inclusión de soportes reguladores lingüísticos en el enunciado de la tarea, reflexión conjunta de equipo docente interviniente, y control posterior de dificultades sobre todo en el establecimiento de relaciones conceptuales contrastadas verbalmente. Eso implica un nuevo contrato del docente con el equipo y con el alumnado en esas condiciones que no debe recibir la actuación como algo especial sino como algo especializado.

#### 4.2. *La regulación del contenido durante el proceso.*

Aparentemente, los docentes creen que todos los enunciados que proponen están claros para todos los estudiantes y se cumplen siempre los prerequisites necesarios de una determinada actividad, pero no siempre es así. En la regulación intermedia se puede manifestar no sólo las dificultades del alumnado sino las del propio proceso y evidenciar problemáticas específicas de los enunciados de las tareas que no han sido pensados a priori por el docente. En el ejemplo que vamos a mostrar ahora, queríamos suscitar una reflexión sobre lo que significa el volumen como cabida de objetos tridimensionales. Para ello, en la unidad didáctica preparada, hacemos ver que *caber* se asocia a todo tipo de medidas, como puede ser la longitud, la superficie, el peso... Y así suscitamos la situación siguiente: ¿cuál es la longitud máxima de un tubo rígido que podría caber en la nave industrial (ortopedro) de una medidas numéricas dadas?. La alumna AB no tiene dudas en reconocer la diagonal como la máxima longitud.

A continuación, mostramos los datos de una entrevista con LO para reconocer sus peculiares dificultades. LO no sólo no entiende lo que es una nave industrial, sino que, después de asimilarla a una caja (y comprenderlo), no sabe representar en el plano el objeto tridimensional. En realidad no parecía relevante para resolver el problema, pero sí que lo es puesto que no consigue tener una imagen de la situación.

L: Es que no sé como dibujarlo [ L había dibujado un casi rectángulo en el papel]

P: Es que no sabes como dibujarlo, vale ¿ Sería como si fuese una caja, no?

L: Sí,

P: ¿Y cómo dibujarías una caja?

L: ¿Con volumen?

P: Claro, con volumen. O ¿ has visto alguna vez una caja sin volumen?

L: No ... *[Ahí la profesora le ayuda a hacer la representación]*

P: Y cuando hayas practicado más, eh, cuando ya hagas más cajas, cada vez te saldrán mejor

Después de un largo diálogo, en el que vemos las enormes dificultades y desconocimiento previo de la alumna, nos podemos adentrar en el proceso de resolución, y es entonces cuando encontramos otro tipo de dificultad en el enunciado verbal de la pregunta. **El diálogo actúa como auténtico regulador** en la construcción de LO de la solución al problema planteado. En él, la docente actúa con claridad, no corrige inmediatamente el error, propone situaciones de reflexión, anima incentivando e indicando lo correcto, provoca contrastes, pistas para acciones futuras (Santos 2003).

Aparecen diversos momentos de descubrimiento matemático en el diálogo: (1) La alumna reconoce como máximo la altura, (2) rectifica porque reconoce que un lado es mayor, (3) necesita comparar los segmentos iguales que hay en un ortopedro, (4) reconoce a partir del diálogo que la diagonal de la base es aún mayor, (5) finalmente ve que la diagonal del ortopedro es la longitud mayor. Veamos a continuación como en el primer momento no tiene clara la demanda del problema, porque identifica máximo con mayor en un caso particular.

- P: ... Me has dicho que lo máximo que podemos colocar era la altura,  
L: Sí  
P: ¿Sí?  
L: Pero yo pensaba que era por dentro, o sea el plano.  
P: Sí, si, por dentro, por dentro. Ah, o sea que te pensabas que era esto, si tienes una pared la altura  
L: No, no, yo pensaba que era por dentro de la nave ...  
P: Claro. Es por dentro, por dentro  
L: Yo había contado también el suelo de ...  
P: Mira (la profesora le muestra la caja)  
L: Yo había contado también el suelo  
P: Si, si, es que es todo  
P: Vale, nuestra nave. Esta es nuestra nave.  
L: No  
P: ¿Por dónde podemos colocar una viga o un tubo?  
L: Por fuera, por dónde quiera  
P: A ver, piensa, ... Sacamos la tapa, pero piensa que aquí hay techo. Vale. [...]

En el segundo momento, la profesora trata de ver si tiene claro lo que significa máximo. A partir de la demanda de la profesora de si hay otro segmento mayor, LO “se da cuenta” de que el segmento indicado no es el mayor, porque por dentro puedes poner más cosas y la horizontal es mayor que la altura. Pero no le es suficiente para resolver la situación, y se entretiene en comparar los lados del prisma que son iguales.

- P: ¿Cuál es la longitud máxima?  
L: Esta que es más...[señala el lado mayor de la base]  
P: Este que es más grande. Más grande que esta, la que decías. [señala el menor]  
L: Sí  
P: Vale. ¿Hay alguna otra más grande todavía?  
L: Esta de arriba, ¿no? [señala una arista paralela a la que indicó antes]  
P: ¿Esta de arriba, y esta de abajo cómo son?  
L: Iguales  
P: Iguales. Por tanto, estas dos no me sirven  
L: ¿Una más grande?  
P: Hay una más grande. A ver, piensa. Coge si quieres la caja, mírala bien  
L: Más grande?  
P: Sí, hay una más grande  
L: Si estas dos partes son iguales, estas dos iguales  
P: Quiere decir que quizás no está en estas partes, sino que es otro lugar  
L: Este es más pequeño [señala la altura, y luego el lado menor de la base]  
P: Es más pequeño, aja.  
L: Este es igual

Sólo después de mirar la caja, y ante la provocación de que EXISTE una longitud mayor, trata de imaginar la situación de nuevo, y finalmente piensa en la diagonal de la base. Con ello, nos apercebimos de que la variabilidad del proceso no está siendo percibida por Lo. Se conforma con una más grande, pero no “la más grande”. Este fenómeno queda escondido a menudo en el interior de un diálogo de grupo, en el que buena parte del alumnado reconoce inmediatamente que la diagonal del ortoedro es la medida buscada. Con ello, se produce un efecto inesperado como es el hecho que estos alumnos al “perder de vista el enunciado” el problema deja de tener sentido. Tanto es así, que Lo pretende medir la diagonal para responder, quedando sin reconocer el objetivo del problema como es el descubrimiento de una medida desconocida a partir de las otras conocidas por medio de cálculos aplicativos del Teorema de Pitágoras. La subdivisión del problema en partes (Polya 1969) es la estrategia a seguir globalmente para acabar resolviéndolo. Los docentes que han comprendido la necesidad de atender más a estos alumnos, sin paternalismos, han obtenido mejores resultados. En algunos aspectos, reconocemos concepciones (Balacheff 2000b) de los DA más débiles que las de sus pares oyentes. Por ejemplo, en aquellas tareas que contienen implicaciones lingüísticas como en la identificación de situaciones clasificatorias no dicotómicas y en tareas reflexivas en las que se asocian imágenes a contenidos. Todo ello dificulta la creación de imágenes y relaciones entre ellas. En especial, les cuesta entender enunciados en las que aparecen negaciones vinculadas con tiempos pasados. En efecto, ante los enunciados de las tareas, el alumnado con deficiencia auditiva tiende a simplificarlos, transformándolos en formatos más comprensibles, lo que no siempre lleva a una interpretación correcta de la demanda (Rosich y Serrano 1998). La persona deficiente auditiva tiene dificultades en interpretar situaciones complejas, ya que no tiene los referenciales como el oyente.

La lección aprendida en este y otros episodios, es que ante la dificultad de establecer un “proceso adecuado con preguntas bien enfocadas” (semejante a lo que propone Santos 2003) no se suele reconocer que en determinadas situaciones **no es suficiente el reconocimiento verbal de un enunciado, sino que hay expresiones que implican reconocer la variabilidad de un proceso y provocan una dificultad específica para los deficientes auditivos**. Darse cuenta de que existe un máximo absoluto exige reconocer una cierta funcionalidad al considerar la distancia entre dos puntos de un objeto que crece en determinados valores, y luego decrece a partir de un punto ... Además, constatamos que la regulación de grupo no resuelve este tipo de problemas porque el docente no puede estar siempre pendiente de LO y olvidar el resto del alumnado, y por eso debe establecerse algún tipo de regulación individualizada. Por ello pensamos en ofrecer un sistemas de ayudas especiales para contrastar la variabilidad de procesos matemáticos que ofrece sin duda la tecnología. En este sentido nuestro descubrimiento es un enfoque diferente de la distinción entre figura y dibujo que se propone en el uso de programas como CABRI o similares (Laborde 1993) puesto que indicamos ahora el valor autoregulatorio formativo de estos procesos de variabilidad.

Las respuestas del alumnado a los tests de autorregulación intermedio no sólo nos han permitido ver la evolución sino que contribuyen a afianzar la autoestima. En ellos vemos que se sobrevaloran en algunos casos y en otros –por el contrario– se consideran muy por debajo de sus pares oyentes en general. Todos los alumnos del estudio han mos-



trado dificultades ante las expresiones hipotéticas, y argumentaciones que impliquen condicionales. Además tiene una lectura textual y el docente interpreta sólo que no resolvió el problema matemático y no se “ataca” el problema como dificultad de lenguaje más que matemática (Silvestre et al 1998). Asimismo, como en ocasiones se pierden el contexto de referencia por desatención, no comprenden bien la situación. Por otro lado, tienen muchas dificultades en la verbalización de situaciones de movimientos, en las que no expresan elementos relacionales. Y tienen grandes dificultades en la verbalización de justificaciones en situaciones demostrativas cuando los procesos constructivos asociados no están suficientemente sólidos.

#### ***4.3. Los tests finales como evocadores de rasgos específicos del alumnado sordo.***

Al término de estas actividades de aprendizaje se desarrolla un aula reguladora que prepara el control final. En ella, tratamos de que el alumnado como LO y AN reflexionen sobre su aprendizaje y vean lo que no saben o no tienen consolidado. Finalmente se realiza un ejercicio de control para detectar los progresos y competencias adquiridas. A lo largo de las tareas reconocemos dificultades específicas de muy diversos tipos. Una de ellas es que las argumentaciones lógicas no sólo se basan en coherencias sintácticamente bien construidas. Cuando la situación exige varias observaciones, o se muestra una forma negativa, el alumnado trata de dar una respuesta coherente pero los sordos no saben ajustar los argumentos (Giménez et al 2002). No es suficiente el conocimiento que pueda haber trabajado con los logopedas de las frases causales o condicionales. Los argumentos geométricos a veces son hipotéticos y, por ello, descontextualizados o se trata de generalizaciones. Los deficientes auditivos no saben como enfrentarse a ellos, entre otras cosas porque carecen del lenguaje apropiado significativo para establecer las relaciones. Los argumentos lógicos usan un lenguaje diferente en las aulas de matemáticas que en la “lógica del sentido común” y para ellos en cambio, están relacionados con lo que consiguen percibir de inmediato. Desconocen las implicaciones de determinados significados. Así, ante los frecuentes “abusos de normas de lenguaje” que se usan en las aulas regulares, los docentes no son conscientes de las implicaciones en estos casos puesto que los deficientes auditivos no pueden incorporar ese juego de lenguaje fácilmente.

Veamos un ejemplo: Pedimos a AN dibujar un árbol de 4m de alto con un pájaro encima de él... AN representa un lindo pajarito en la cima del árbol y sitúa correctamente la medida con flechitas. Pero no comprende la frase “Cristina pone un alimento a 3m de la base del árbol”, ya que lo pone en el propio árbol y no en el suelo. La correspondiente oyente de su clase, identifica correctamente este hecho, y el docente se extraña del error. CL (par oyente de AN) ha integrado la norma, e interpreta que se trata de un problema de Pitágoras, marca con el dedo el recorrido de la hipotenusa, aplica la raíz cuadrada de los cuadrados de los catetos con corrección y muestra que debe ser un triángulo rectángulo.

Cuando se le insiste, haciéndole ver que no era una buena interpretación, y acepta colocar el cestito en el suelo, AN dice que la distancia que debe recorrer el pájaro es 7 metros, interpretando que no se le está pidiendo la mínima distancia. Si bien sabemos que hay oyentes que hacen este razonamiento, no es el caso de ninguno de los que hemos entrevistado en la investigación. Con ello se muestra que tienen dificultades en integrar ideas conceptuales como el hecho de que si tienes muchos caminos entre A y B, se sabe



Diagrama de AN

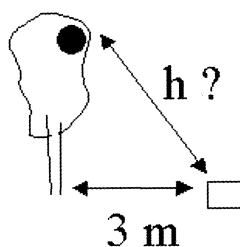


Diagrama de CL

cuál es el más corto y se dice correctamente que la recta, pero cuando hablamos de distancia, nadie le ha indicado a estos alumnos que queremos conocer la mínima distancia, porque la otra medida sería evidente! Ahí se muestra la necesidad de contrastar el razonamiento lógico habitual ligado a representaciones perceptivas o bien la aceptación de normas matemáticas geométricas.

A partir de éste y otros ejemplos, mostramos dificultades comunes geométricas especializadas del alumnado con deficiencia auditiva incluido en clases regulares: (a) realizan conexiones directas palabra-imagen con dificultad en asociar posibles cuestiones asociadas a la imagen, (b) efectúan interpretaciones inmediatas de que un proceso de demanda del docente casi siempre está relacionado con una actividad de identificación, (c) tienen dificultades en aceptar clasificaciones no dicotómicas, (d) dificultades específicas en la interpretación de propiedades matemáticas como reglas de existencia, y (e) dificultades en reconocer que existen diversas posibilidades de definir caracterizando conceptos geométricos mediante propiedades diferentes.

Observando otras preguntas de la prueba final encontramos respuestas favorables del alumnado sordo frente los pares oyentes en algunos ítems. No nos quedemos con la idea de que las dificultades son las mismas en todos los problemas o situaciones. En algunos casos los resultados son mejores que los pares oyentes. Ante sus dificultades lingüísticas, consideramos necesarias adaptaciones específicas en los enunciados de las actividades de regulación, intentando evitar expresiones o palabras que puedan llevar a confusión. Son del tipo siguiente: evitar al máximo subordinadas y conjunciones, fomentar descripciones, evitando al máximo tiempos verbales subjuntivos y, tratando de que las frases sean cortas. Asimismo, reconocemos la necesidad de ayudas visuales textuales específicas en el momento que se describen procesos. Mediante textos aclaratorios que se activan al pasar el ratón por encima o el uso de cómics que sugieren el desarrollo de la actividad de forma manipulativa conseguimos que se imagine el contenido correspondiente. Además de las ayudas estructuramos: apoyos, organizadores y significadores que podrían servir para todo tipo de alumnado (oyente o no). Por otra parte consideramos que las actividades deben ser variadas (Gorgorió 1995) en cuanto al enunciado, que faciliten estrategias distintas, promuevan estructuración, procesamiento y aproximación, fomentando contenido figurativo o no, con introducción adecuada a los códigos representativos utilizados.

En cuanto a los logros, se dan comportamientos análogos a los comportamientos de oyentes con niveles de vocabulario y rendimiento semejantes en tareas de identificación visual inmediata, y reconocimiento de nociones topológicas como separación, superposición y vecindad. Estos elementos parece que han sido bien asumidos en la Educación Primaria. Constatamos anclajes debidos al tratamiento de contenidos descontextualizados que hacen que se desconozca lo que es bisectriz, razonar sobre que el baricentro debe estar siempre dentro del triángulo, etc También vemos dificultades comunes en establecer conexiones entre ideas o nociones y referenciales como es la distinción entre perímetro y área, asociación de tipos de triángulos con nombres en situación de clasificación, así como dificultades en reconocer aplicaciones de contenidos aparentemente inmediatos.

## 5. CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS

Después del estudio realizado, evidenciamos que la intervención y desarrollo regulador fue positivo y contribuyó al acceso del alumnado sordo al currículo regular de todos sus compañeros/as. En cuanto a las competencias, un análisis comparativo de los resultados sordos/oyentes sugiere que se avanza un punto en los niveles de Van Hiele con un 50% de ellos. Las dificultades de lenguaje previas de los estudiantes no han podido definirse ni atacarse completamente pero reconocemos que el uso mayor de imágenes, modelos y acompañamientos analógicos mediante sistemas gráficos ha ayudado a su progreso. El trabajo colaborativo ha contribuido a su mejor desarrollo porque el que aprende construye su propio significado en colaboración con los otros. Por ello es importante orientar procesos de evaluación formativa colaborativos junto con los instrumentos individualizados. Además, actuar sobre los elementos motivacionales individualizados ha sido importante con este tipo de alumnado. Con esta intervención conseguimos también que mejore su autoestima pero debemos reconocer que los elementos cognitivos se enmascaran con los afectivos.

Es difícil mantener el diálogo necesario y exigente que requiere en alumnado DA pero consideramos que algunos deficientes auditivos (no todos) necesitan verbalizar con los especialistas logopedas tareas matemáticas reguladoras independientemente de la acción docente. Por otra parte, constatamos que se consiguió mejoras si se especifican, estructuran e instrumentalizan de forma reguladora los procesos de formación desarrollados, los procedimientos de interpretación, interacción i reflexión en sesiones específicas de síntesis, procurando que el alumnado con deficiencia auditiva intervenga en público.

Con todo, aunque no tenemos evidencias contundentes, tenemos muestras de que se produce un conjunto de rasgos específicos del alumnado sordo en cuanto a sus dificultades lingüísticas y estructurales en la construcción de entidades geométricas. Si bien no hemos conseguido una completa comunidad de práctica (Wenger 2001) el entorno implementado ha permitido que en algunos aspectos se dan comportamientos colaborativos más positivos que los de los correspondientes oyentes. Así, por ejemplo, aumenta la motivación si se insiste sobre ellos, sin paternalismos, y aumenta el interés en cuanto hay éxito en el desarrollo de pruebas, que se convierten en elementos de aprendizaje a medida que se van respondiendo, mucho más que en los oyentes. Y en aprendizajes en que se dan

soportes visuales inmediatos, se observan algunos casos en los que el razonamiento lógico es más potente que en los pares oyentes. Entendemos que resolver algunas de esas dificultades minimiza el rol de controlador del docente y le deja tiempo para ser un buen observador. No olvidamos que lo que pretendemos con los soportes de regulación es sustituir la entrevista que haría el docente y que no siempre hay tiempo para hacerla.

Para terminar, indicamos que es necesaria una formación docente específica. Las acciones de regulación presencial y teleinteractiva han evidenciado dificultades que provienen de comportamientos docentes en los que no se sabe aún muy bien como enfrentar la integración. Así, debemos indicar como este tipo de investigación tiene un beneficiario secundario que es el propio docente e, incluso a veces, los propios investigadores. En un proceso de investigación en la acción con alumnado con déficit auditivo integrado se refuerza la acción y reflexión del docente implicado. Ello beneficia al grupo clase global, porque se hace una reflexión sobre la práctica docente y sus efectos. En concreto, en esta parte de evaluación, en la necesidad de ejercer una labor más profesional de atención especializada. Se promueve la integración de todos los intervinientes en el proceso: logopedas, padres e investigadores.

Las dificultades y limitaciones fundamentales provienen de las exigencias del propio estudio de caso, que dificulta la generabilidad: Requerimientos de material informático (no siempre disponible) para generalizar el estudio; Necesidad de mayor formación permanente del profesorado trabajando con n.e.e; etc. Las interacciones reguladoras a través de mediaciones por Internet favorecen el desarrollo de un profesional crítico en algunos aspectos (Ponte 2001), sin embargo la investigación aquí descrita nos muestra que aún tenemos otro gran desafío que es pensar en como desarrollar y profundizar una reflexión y contraste teórico en ambientes de aprendizaje de corta duración colaborativos (Wood, 2001). Tal demanda no se refiere a los ambientes virtuales, sino para todos los escenarios formativos (Bellamy 1996). A partir de un análisis de la actividad colaborativa (Zack, V y Graves, B 2001) de la acción docente en el aula, los propios profesores seguramente mejorarían su práctica y atención al alumnado deficiente auditivo.

## REFERENCIAS

- ALSINA, C.; BURGÚES, C. y FORTUNY, J.M. (1987) *Invitación a la didáctica de la geometría*. Madrid: Síntesis.
- BALACHEFF, N. y SUTHERLAND, R. (1999) Didactical complexity of computational environments for the learning of mathematics. *International Journal of Computers for Mathematical Learning* 4, pp. 1-26.
- BALACHEFF, N. (2000a) Entornos informáticos para la enseñanza de las matemáticas: complejidad didáctica y expectativas. In: Gregorió N., Deulofeu J., Bishop A. (eds.) *Matemáticas y Educación: Retos y cambios desde una perspectiva internacional* (pp.70-88). Barcelona: Graó ICE-UB.

- BALL, D. & STACEY, K. (2000) Mathematics in Junior high school. Unpublished paper for the Discussion group. ICME Tokio.
- BARHAM, J. (1988) Teaching Mathematics to Deaf Children. Tesis Doctoral. University of Cambridge.
- BARHAM, J. y BISHOP, A. (1991) "Mathematics and Deaf Child". En Durvin, K. I Shire, B. (Eds): Language in Mathematical Education: Research and Practice. Manchester. Open University Press.
- BELLAMY, R.K.E.(1996) Designing educational technology. In Nardi B.A (ed.) *Context and Consciousness*. Cambridge, USA: MIT Press.
- BROWN, A. (1987) Metacognition, Executive control, self regulation and other Mysterious Mechanisms In FE Weinert & H Kluwe (Eds) *Metacognition, Motivation and Understanding* (pp 65-116) Lawrence Erlbaum Associates.
- CARRASUMADA, C. (1988) *Proceso de resolución de problemas aritméticos en alumnado sordo*. Tesis microfichada. Bellaterra Universitat Autònoma de Barcelona.
- CHAMBERS, D. (1993) Integrating assessment and instruction. In N.L. Webb(Ed) Assessment in the Mathematics classroom (pp 17-25) NCTM Yearbook.
- COBB, P.; WOOD, T. & YACKEL, E. (1993) Discourse, mathematical thinking, and classroom practice. In E.A. Forman, N. Minick, & C.A. Stone (Eds.), Contexts for learning: Sociocultural dynamics in children's development (pp. 91-119). New York: Oxford University Press.
- COOPER, B. (1998) Using Bernstein and Bourdieu to understand children's difficulties with "realistic" mathematics testing. An exploratory study. *Qualitative Studies in Education* 11, 511-532.
- DE CORTE, E.; VERSCHAFFEL, L. & EYNDE, P.O. (2000) Self-regulation: A characteristic and a goal of mathematics education. In M. Boekaerts, P.R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 687-726). San Diego, CA: Academic Press.
- D'AMBROSIO, U. (1990) "The role of Mathematics education in building a democratic and just society" *For the learning of mathematics* vol: 10 n°3 (noviembre), pp. 20-23.
- DAVILA, R. (2000) "Education of the Deaf in the New Millenium - Assessing the Past and Projecting into the Future". En Actas ICED 2000 Australia, p. 101.
- DE LANGE, J. (1987) Mathematics, Insight and meaning. Utrecht. Valgroep Onderzoek. Wisunddeonderwijs en Onderwijscomputercentrum.
- GILLBORN, D. & GIPPS, C. (1996) Recent research on the achievement of ethnic minority pupils. OFSTED London. HSMO:
- GIMÉNEZ, J. & FORTUNY, J.M. (2000) Télétutorisation en mathématiques et traitement de l'heterogénéité. In: A. Ahmed et al. (eds) *Proceedings of the CIEAEM 1999*, Chichester, Elis Horword eds.
- GIMÉNEZ, J. et al (2003) AUDIMAT. Informe de Investigación. Publicación electrónica en Divisió V UB.
- GIPPS, C; McCALLUM, B. & HARGREAVES, E. (2000) GAT makes a good primary school teacher? London Routledge Falmer.

- GOMEZ CHACÓN, I. (2000) "Affective influences in the knowledge of mathematics". *Educational Studies in Mathematics* 43, Dordrecht. 149-168.
- GORGORIÓ, N. et al (1998) Exploring the functionality of visual and non-visual strategies in solving rotation problems, *Educational Studies in Mathematics* vol. 35, pp. 207-231.
- HART, K. (1983) *Children's mathematical frameworks 11-16*. Kings College. London.
- HATTLE, J. (1999) Influences on student learning. Inaugural lecture. University of Auckland.
- HORVATH, J. y LEHRER, R. (2000) "The design of a case-based hypermedia teaching tool". *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, n. 5, pp. 115-141.
- JONASSEN, J. et al (1995) "Constructivism and Computer-Mediated Communication in Distance Education" *The American Journal of Distance Education* 2, vol 9.
- JONASSEN, R. y ROHRER-MURPHY, A. (1999) "Activity theory as a framework for Designing Constructivist Learning Environments *ETRD n1*, v.47, p 41-79.
- KAYASHIMA, M. & INAB, A. (2003) Difficulties in Mastering Self-Regulation Skill and Supporting Method for It Document available at <http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/pub/ina/kaya-aiied03.pdf>
- KEBRAT-ORECCHIONI, C. (1994) "Les interactions verbales" Tomos I, II, III. Armand Collin. Paris.
- KELLY, R. R. & MOUSLEY, K. (2001) Solving word problems: More than reading issues for deaf students. *American Annals of the Deaf*, 146, 251-262.
- KELLY, R.R.; LANG, H.G.; MOUSLEY, K. & DAVIS, S. (2003) Deaf college students' comprehension of relational statements in arithmetic compare problems. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 8.
- KELLY, R.R.; LANG, H.G. & PAGLIARO, C.M. (2003) Mathematics word problem solving for deaf students: A survey of perceptions and practices. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 8.
- LANG, J. (2003) Teaching Mathematics word problem solving to deaf students. Comets Workshop Follow-up readings. <http://www.rit.edu/~comets/pages/workshops/problemsolvingpreread.html>
- MARCHESI, A. (1990) "La educación del niño sordo en una escuela integradora". En Marchesi, A. & Palacios, J. Desarrollo Psicológico y Educación III. Necesidades educativas especiales y aprendizaje escolar. Alianza editorial, Madrid, pp. 249-266.
- MASON, M. (1995) "Geometric Knowledge in a Deaf Classroom: An Exploratory Study". *Focus on Learning Problems in Mathematics*. Vol. 17, (3), pp. 57-69.
- MEIRA, L. (2000) Aprendizagem e ensino na internet [http://www.ufpe.br/psicologia/Luciano\\_21.htm](http://www.ufpe.br/psicologia/Luciano_21.htm)
- MOSCHKOVICH, J.N. (1998) Rethinking authentic assessments of student, mathematical activity. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 20, 4, 1-18.
- PAPE, S. J. & SMYTH, C. (2002) Self regulating mathematics skills. In Theory into practice. [http://www.findarticles.com/cf\\_dls/m0NQM/2\\_41/90190496/p1/article.jhtml?term=](http://www.findarticles.com/cf_dls/m0NQM/2_41/90190496/p1/article.jhtml?term=)
- PEGG, J. (2003) Assessment in Mathematics. A developmental approach. In J. Royer (Ed) *Mathematical cognition* (pp 227-259) Greenwich, CT Information Age Publishing.

- PERRENOUD, P. (1999) Construir as competências desde a escola. Porto Alegre. ARTMED Ed. [Trad de l'original Construir les compétences dès l'école.. de 1997].
- PLEISS, L. (1998) A "Hole in one" for Communication: Geometry Project Lines Up Math Skills and Hearing/ Deaf Cooperation. Perspectives in *Education and Deafness*, v. 17, pp. 6-9.
- REED, H.; SHALLERT, D.L. y DEITHLOFF, L.F. (2002) Investigating the Interface Between Self-Regulation and Involvement Processes In *Educational Psychologist*, March 2002, Vol. 37: 53-57.
- RIEL, A. (1998) Learning Communities through computer networking. En J. G. Greeno y S. V. Goldman(Eds)*Thinking practices in mathematics and science learning* Hillsdale LEA: 369-398
- ROSICH, N. (1993) "La importancia del lenguaje en el aprendizaje de la geometría en los adolescentes sordos". En Beltran, J. y otros: *Lineas actuales en la intervención psicopedagógica I: aprendizaje y contenidos del curriculum*. Complutense de Madrid. Madrid.
- (1995) "Los niveles de pensamiento geométrico y la resolución de problemas geométricos con alumnos sordos y oyentes: implicaciones pedagógicas". Tesis doctoral. Universidad de Barcelona.
- ROSICH, N. y SERRANO, C. (1998): "Las adquisiciones escolares: aprendizaje en matemáticas". En N Silvestre (coord.) *Sordera. Comunicación y aprendizaje*. Mason. Barcelona, pp. 133-141.
- SADLER, R. (1998) Formative Assessment Revisiting the territory. In *Assessment in Education: Policies, Principles and Practice 5*, pp. 77-84.
- SANTOS, L. (2002) Auto-avaliação regulada: porquê, o quê e como? In P Abrantes& F Araujo (coord) *Avaliação das aprendizagens* Lisboa: APM, pp. 75-84.
- (2003) "Avaliar competências: uma tarefa impossível?" En *Educação Matemática* 74 (set-outubro 2003) Lisboa APM, pp.16-21.
- SFARD, A. & McKlain, K. (2002) Analyzing tools: Perspectives on the role of designed artifacts in Mathematics Learning. In *The Journal of the Learning Sciences* 11(2&3), pp. 153-161.
- SILVESTRE, N. et al (1998) *Sordera. Comunicación y aprendizaje*. Mason. Barcelona.
- TOMPHSON, A. (1998) A vision for distance education: networked learning environments. *Open learning*, pp. 4-11.
- TORRANCE, H. & PRYOR, J. (1998) *Investigating formative assessment. Teaching and learning in the classroom*. Buckingham Open University Press.
- VAN DEN HEUVEL-PANHUIZEN, M. & BECKER, J. (2003) Towards a didactic model for assessment design in Mathematics Education. In A Bishop & MA Clements, C Keitel, J Kilpatrick & FKS Leung (Eds) 2<sup>nd</sup> International Handbook of Mathematics education (pp. 689-716) Dordrecht: Kluwer Ac Publishers.
- VAN DEN HEUVEL-PANHUIZEN, M. (1996) Assessment and realistic Mathematics Education Utrecht. CD-β Press. [http://www.fi.uu.nl/~marjah/documents/3\\_vdHeuvel-Panhuizen.pdf](http://www.fi.uu.nl/~marjah/documents/3_vdHeuvel-Panhuizen.pdf)
- (2003) The didactical use of models in Realistic Mathematics Education: An example from a longitudinal trajectory on percentage. *Educational Studies in Mathematics*, 54(1), 9-35.

- VELOSO, E. (1998) *Geometria*. APM. Lisboa.
- VIGOTSKY, L.A. (1930 republished 1978) *Mind and society*. Harward University Press.
- WENGER, E. (2001) *Comunidades en práctica*. Barcelona. Paidós. Texto original Communities of practice: learning as a social system. (1998) <http://www.co-i-l.com/coil/knowledge-garden/cop/lss.html>
- WILDING, S. & ELPHICK, R. (1987) "The Hearing Impaired School Leavers and After Educational and Employment". En Taylos, I.G. (Eds) *The Education of the Deaf - Current Perspectives*. Croom Helm.
- WOOD, T. (2001) "Learning to teach Mathematics differently: Reflection matters" *Proceedings 25<sup>th</sup> PME. Utrecht*, vol. IV, pp. 431-438.
- WOOD, D.; WOOD, H. & HOWARTH, L. (1983) "Language, Deafness and Mathematical Reasoning". In Rogers, D.R. & Sloboda, J.A. (Eds) *The Adquisition of Symbolic Skills*. Plenum Press. New York, pp. 233-239.
- WOOD, D.; WOOD, H.; GRIFFITYHS, A. & HOWARTH, L. (1986) "Thinking, Talking and Mathematical Reasoning"- En Wood, D. Et al. (Eds) *Teaching and Talking with Deaf Children*. John Wiley & Sons. London.
- YACKEL, E.; COOB, P. & WOOD, P. (1992) Instructional development and assessment from a sociocon- structivist perspective, in: G. LEDER (Ed.) *Assessment and Learning of Mathematics*, pp. 63-80 (Melbourne, Victoria, The Australian Council for Educational Research).
- ZACK, V. & GRAVES, B. (2001) Making mathematical meaning through dialogue: once you think of it, the z minus three seems pretty weird. In *Educational Studies in Matehematics*, 46: Dordrecht. 229-271.
- ZIMMERMAN, B.J. (1994) Dimensions of academic self-regulation: A conceptual framework for education. In D.H. Schunk & B.J. Zimmerman (Eds.), *Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications* (pp. 3-21). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- (2000) Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P.R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13-39). San Diego, CA: Academic Press.